

Prediksi Harga Lada Dengan Menggunakan Neural Network Berbasis *Particle Swarm Optimization*

Usman

Dosen STMIK Dipanegara Makassar

Jalan Perintis Kemerdekaan Km. 9, Tlp. (0411) 587194 – Fax. (0411) 588284

e-mail : usmanstmikdp@gmail.com

Abstrak

Lada merupakan salah satu jenis tanaman perkebunan yang berperan penting dalam perekonomian negara Indonesia. Selain sebagai penyedia lapangan pekerjaan, sumber pendapatan dan devisa negara, lada juga berperan dalam mendorong pengembangan wilayah dan pengembangan agro-industri. Produksi Lada Indonesia yang digunakan untuk ekspor lebih besar dibandingkan yang digunakan untuk konsumsi dalam negeri. Beberapa penelitian telah dilakukan dalam memprediksi harga komoditi lada dengan beberapa metode yang telah dilakukan oleh peneliti sebelumnya. Dalam penelitian ini, metode yang digunakan adalah Neural Network dengan tingkat nilai error yang cukup rendah. Salah satu kelemahan dari metode Neural Network adalah harus menyimpakan jumlah dan karakteristik yang sangat besar pada data training. Untuk menentukan model terbaik dari setiap periode sebelumnya diperlukan optimasi bobot dari setiap variabel data training yang relevan. Dari hasil penelitian diperoleh model terbaik pada backpropagation neural network dengan parameter untuk training cycle 900, learning rate 0.2 dan momentum 0.2, serta neuron size 2 sedangkan pada particle swarm optimization nilai population size 15, nilai max. of generation 55, nilai inertia weight 1.0, nilai local best weight 1.0 dan nilai global best weight 1.0 menghasilkan nilai RMSE yang lebih baik yaitu 0.084 dibandingkan dengan hanya menggunakan BPNN saja yaitu 0.096. Hal ini membuktikan bahwa dengan metode PSO mampu memberikan hasil yang lebih baik.

Kata Kunci : Lada, Prediksi Harga, Neural Network, Particle Swarm Optimization, RMSE

Abstract

Pepper is one type of plantation that plays an important role in the Indonesia economy. Aside from being an employment provider, revenue source and foreign exchange of the country, pepper also helps in encouraging regional development and agro-industrial development. Indonesian pepper production used for export is greater than that used for domestic consumption. Several studies have been done in predicting the price of pepper commodities with some methods that have been done by previous researchers. In this study, the method used is Neural Network with a fairly low error rate. One of the disadvantages of the Neural Network method is the need to store large amounts and characteristics in the training data. To determine the best model from each previous period we need to optimize the weights of each relevant training data variables. Results obtained the best model on backpropagation neural network with parameters : training cycle 900, learning rate 0.2 and momentum 0.2, and neuron size 2 whereas in particle swarm optimization (PSO) using value of population size is 15, max of generation value 55, inertia weight 10.0, local best weight 1.0 and value of global best weight 1.0 yielded a better RMSE value of 0.084 compared to 0.096 by using BPNN only. This proves that with PSO method can give better result.

Keywords : pepper, price prediction, Neural Network, Particle Swarm, Optimization.

1. PENDAHULUAN

Indonesia adalah negara agraris memiliki peluang untuk cukup besar dalam mengembangkan ekspor produk pertanian, khususnya komoditas dari subsektor perkebunan. Besarnya potensi ekspor subsektor perkebunan tersebut didukung oleh iklim yang cocok untuk tanaman perkebunan seperti kelapa sawit, kopi, coklat, tembakau dan lada serta tersedianya tenaga kerja yang cukup banyak.

Lada adalah jenis tanaman rempah yang sangat penting, baik dari sudut manfaatnya yang khusus, serta tidak dapat ditukarkan dengan tanaman rempah lain maupun semacam komoditas penghasil devisa negara. Pada tahun 2000, devisa juga diperoleh komoditas lada mencapai US\$ 221 juta atau menduduki urutan ke enam pada sub sektor perkebunan sesudah kelapa sawit, karet, kakao, kelapa dan kopi [1].

Satu diantaranya komoditas perkebunan yang merupakan unggulan ekspor Indonesia adalah komoditas lada. Salah satu negara-negara produsen lada dunia, Indonesia termasuk diantaranya produsen utama dunia bersama-sama dengan India, Malaysia dan Brazil. Pangsa pasar internasional dari ke-4 produsen utama tersebut mencapai lebih dari 90 persen [2]. Indonesia sendiri mempunyai pangsa pasar sekitar 35 persen dan pertumbuhan produksi lada dari produsen lainnya akan semakin meningkat.

Kebijakan pada pembangunan perkebunan masa ini pada umumnya ditujukan untuk meningkatkan ekspor serta mencukupi kebutuhan industri dalam negeri. Pada saat ini dapat dilakukan menempuh segala macam cara umpamanya : peremajaan, rehabilitasi, perbaikan mutu tanaman, penganeka ragam jenis serta kegunaan lahan transmigrasi perkebunan, lahan kering serta rawa yang ditangani secara intensif. Tujuannya adalah meningkatkan pendapatan taraf hidup petani.

Berbicara mengenai komoditas lada, baik itu mengenai perkebunan dan juga manfaatnya. Luas areal lada nasional tahun 2000 mencapai 150.531 ha dengan produksi 69.087 ton dimana hampir seluruhnya (99,8%) dikelola dalam bentuk perkebunan rakyat dan sisanya (0,2%) dalam bentuk perkebunan besar swasta [3]. Daerah sentra produksi lada nasional meliputi Propinsi Lampung, Babel, Kalbar, dan Kaltim dimana masing-masing memberikan kontribusi produksi sebanyak 29,8%, 44,2%, 3,4%, dan 8,3% terhadap produksi nasional. Dalam hal ini, Propinsi Lampung lebih berspesialisasi pada produk lada hitam sedangkan lainnya berspesialisasi pada lada putih. Pada tahun 2000, Propinsi Lampung memiliki luas areal tanam 45.436 Ha (33,37 % dari luas lada nasional) dengan produksi mencapai 20.603 ton [3]. Dimana daerah sentra produksi lada di Propinsi Lampung adalah Kabupaten Lampung Utara dengan kontribusi produksi sebanyak 42,54% dari total produksi Lampung.

Disamping itu tanaman lada juga dapat menyerap tenaga kerja, bahan baku industri dalam negeri dan konsumsi langsung sehingga tanaman lada sangat berperan dalam perekonomian Indonesia. Bentuk perusahaan lada di Indonesia adalah berupa Perkebunan Rakyat (PR) dan Perkebunan Besar Swasta (PBS) dengan daerah penghasil lada terbesar terdapat di daerah Lampung untuk lada hitam dan Kepulauan Bangka Belitung untuk lada putih. Total produksi dari dua daerah tersebut sekitar 70-80 persen dari total produksi lada Indonesia, sedangkan sisanya dihasilkan dari daerah Kalimantan Barat, Kalimantan Timur, Sulawesi Selatan dan Jawa Barat. Luas areal dan produksi perkebunan lada Indonesia.

Sehubungan akan harga komoditas lada dipasar internasional yang lagi kurang normal untuk itu perlu dilakukan peramalan supaya memprediksikan harga komoditas lada yang akan datang. Peramalan harga komoditas lada adalah merupakan suatu perkembangan yang ditunggu agar bisa menjadikan kegunaan serta dampak positif untuk meningkatkan perekonomian negara, serta juga bisa meminimalkan risiko dan memaksimalkan laba para pelaku bisnis.

Merupakan suatu usaha supaya membendung terjadinya fluktuasi harga ialah supaya memberikan peramalan harga. Peramalan harga diartikan supaya memberikan prakiraan/prediksi harga yang akan datang pada saat tertentu, supaya hasil output berupa harga waktu yang akan datang. Prediksi harga yang diarahkan agar memiliki hasil yang mungkin bisa terjadi di waktu-waktu yang akan datang supaya bisa dipakai agar melaksanakan pengambilan keputusan terkait, guna untuk mengurangi resiko serta untuk memaksimalkan potensi keuntungan yang dapat diraih [4]. Prediksi harga komoditas lada yang baik serta tepat akan mendapatkan optimalisasi lokasi sumber daya, peningkatan penghasilan di bidang pertanian serta juga ekspor. agar memprediksi harga komoditas jenis *timeseries* mempunyai taraf kesukesan tersendiri supaya bisa diramalkan. *Timeseries* atau ramalan rentetan waktu adalah salah satu serangkaian data observasi menurut urutan waktu tertentu baik itu berupa detik, menit, jam, hari, minggu, bulan ataupun tahun.

Penelitian yang dilaksanakan oleh Muhammad Hanief Meinanda, *et al.* Tahun 2009 yang berjudul Prediksi Masa Studi Sarjana dengan *Artificial Neural Network* [5] penelitian ini merupakan mode terbaik agar melaksanakan ramalan lamasa studi adalah model yang dibangun dengan *Artificial Neural Network* dengan memakai arsitektur *Multilayer Perceptron*.

untuk itu memilih kebijakan-kebijakan tentang proses kasus *DropOut* (DO), dihasilkan bahwa lama masa studi ditentukan oleh *Indeks Prestasi Kumulatif* (IPK), jumlah pengambilan mata kuliah tertentu, jumlah matakuliah yang akan di ambil serta jumlah matakuliah yang akan diulang.

Dari hasil penelitian yang dilaksanakan oleh Budi Bambang DP, *et al.*[6] dengan judul Teknik Jaringan Syaraf Tiruan *Feedforward* untuk Prediksi Harga Saham pada Pasar Modal Indonesia yaitu data harga saham di prediksi secara *timeseries* jika data yang akan diujikan berupadata harian, mingguan, bulanan dan bahkan tahunan atau waktu dengan periode tertentu. Umpamanya data harian : X_t ($t=1,2,\dots$), maka harga saham pada periode berikutnya ($t+h$), Proses yang akan dilaksanakan secara berulang hingga N hari kerja. Agar memperoleh hasil prediksi yang bagus maka perlu dilaksanakan prinsip pembobotan agar meminimumkan error-error yang suah diprediksi pada langkan kedepan. Kelemahan dari metode yang dilaksanakan adalah saat yang diperlukan relatif cukup panjang (minimum 12 jam).

Selanjutnya penelitian yang dilaksanakan oleh Ferlando Jubelito Simanungkalit, *et. al.*[7] pada Februari 2013 dilakukan Sistem Pendukung Keputusan (SPK) prediksi harga komoditas tanaman pangan dengan memakai *Neural Network* yang mempunyai hasil dengan nilai *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) 15%. Tetapi dari enam macam komoditas tanaman pangan yang akan menjadi objek kajian, arsitektur Jaringan Saraf Tiruan (JST) yang paling bagus cuma dapat dihasilkan pada komoditas beras, serta dapat dipahami atas kekurangan arsitektur JST yang dilakukan namun mengalami penurunan performapada bagian polaharga yang berfluktuasi dengan tajam.

Namun ada beberapa penelitian diatas bisa dipahami bahwa Metode *Neural Network* banyak digunakan untuk prediksi data *time series* sehingga bisa dipastikan bahwa dengan menjalankan model *Neural Network* agar bisa meramalkan harga komoditi lada agar bisa digunakan. Tapi metode *Neural Network* dapat mempunyai beberapa kelemahan salah satunya seperti laju konvergensi yang lambat[8] serta hal yang dihasilkan belum maksimal akurasi serta waktu dihasilkan banyak fitur yang tidak relevan[9]. Untuk mengatasi permasalahan diatas maka pada penelitian ini perlu diterapkan metode *Neural Network* yang ditambah dengan optimasi yang mana optimasi yang akan dipakai ialah *Particle Swarm Optimization* (PSO).

Particle Swarm Optimization (PSO) adalah salah satu teknik berbasis populasi yang terinspirasi dari perilaku sekawanan hewan seperti rayap, lebah, ikan atau burung. diperkenalkan oleh Eberhart dan Kennedy pada tahun 1995 sebagai salah satu metode optimasi. *Particle Swarm Optimization* (PSO) mempunyai prinsip kerja dengan mengatur posisi serta kecepatan yang mengacu pada partikel yang optimum untuk mencapai solusi[10]. Berdasarkan hasil pertimbangan dari beberapa penelitian terkait maka diketahui bahwa prediksi harga komoditi lada dengan hanya menggunakan metode *Neural Network* akan menghasilkan nilai akurasi yang kurang akurat namun apabila prediksi harga komoditi lada menggunakan *Neural Network* kemudian ditambahkan optimasi PSO agar dapat menghasilkan nilai akurasi yang lebih akurat karena PSO mempunyai perbandingan lebih atau bahkan pencarian kinerja lebih tinggi untuk banyak kasus-kasus optimasi dengan lebih cepat dan tingkat konvergensi yang lebih stabil[11].

Indonesia sebagai negara agraris mempunyai peluang yang cukup besar dalam mengembangkan ekspor produk pertanian, khususnya komoditas dari subsektor perkebunan. Besarnya potensi ekspor subsektor perkebunan tersebut didukung oleh iklim yang cocok untuk tanaman perkebunan seperti kelapa sawit, kopi, coklat, tembakau dan lada serta tersedianya tenaga kerja yang cukup banyak. Kebijakan pembangunan perkebunan saat ini pada dasarnya diarahkan untuk meningkatkan ekspor dan memenuhi kebutuhan industri dalam negeri. Hal ini dapat dilakukan melalui berbagai cara seperti: peremajaan, rehabilitasi, perbaikan mutu tanaman, penganeekaragaman jenis dan pemanfaatan lahan transmigrasi perkebunan, lahan kering dan rawa yang ditangani secara intensif. Tujuannya adalah meningkatkan pendapatan taraf hidup petani. Salah satu upaya untuk mengantisipasi terjadinya fluktuasi harga adalah dengan melakukan peramalan harga. Peramalan harga dimaksudkan untuk melakukan prakiraan/prediksi harga masa depan dalam kurun waktu tertentu, dengan hasil keluaran berupa harga masa depan. Peramalan harga ditujukan untuk mendapatkan gambaran tentang keadaan yang akan terjadi di masa yang akan datang agar dapat digunakan untuk melakukan pengambilan keputusan terkait, guna meminimalisasi resiko dan memaksimalkan potensi keuntungan yang dapat diraih[4]. Prediksi harga komoditi lada secara tepat akan menghasilkan

optimalisasi alokasi sumber daya, peningkatan pendapatan dibidang pertanian dan juga ekspor. untuk meramalkan harga komoditas jenis *time series* memiliki tingkat kesulitan tersendiri untuk diprediksi. *Time series* atau prediksi rentetan waktu merupakan serangkaian data observasi menurut urutan waktu tertentu baik itu berupa detik, menit, jam, hari, minggu, bulan ataupun tahun.

Particle Swarm Optimization (PSO) salah satu teknik optimasi berbasis populasi yang dikemukakan oleh Eberhart dan Kennedy pada tahun 1995, yang terinspirasi oleh perilaku sosial sekumpulan hewan atau ikan [20]. *Particle swarm optimization* bisa dinamakan sekumpulan hewan yang sedang cari makanan disalah satu tempat. Hewan ini belum mengetahui letak makanan tersebut berada, namun mereka mengetahui jauh mana tempat makanan itu berada, maka itu posisi yang baik agar mendapatkan makanan ialah supaya bisa ikuti hewan yang tidak jauh dari makanan tersebut [21]. Perilaku hewan itu merupakan langkah sendiri-sendiri serta terpengaruh oleh sendiri-sendiri dalam salah satu sekumpulan. Perilaku secara sendiri-sendiri merupakan terdistribusi yang akan digunakan pintarnya sendiri serta dapat terpengaruh dalam kekumpulannya [23], [24].

PSO dapat dikembangkan menurut pada model tersebut, sebagaimana jika partikel mendekati sasaran sedikitnya ataupun sebanyak dari fungsi tujuan, partikel tersebut bisa dengan cara cepat untuk dikirim informasi kepada partikel yang lainnya dalam sekumpulan yang sudah ditetapkan dan jika partikel yang lain bisa diikuti arah menuju ke target nilai tersebut tetapi tidak secara langsung.

Pada tiap-tiap iterasi, partikel dapat menyimpan solusi terbaiknya yang disebut sebagai *pbest* (personal best). namun solusi yang sangat baik agar semua partikel disebut sebagai *gbest* (global best) serta dapat selalu dipakai. Cara untuk saling mengganti posisi partikel menurut pada kecepatan (*velocity*) tiap-tiap partikel mengarah *pbest* serta *gbest* [22]. Adapun 1 komponen akan tergantung pada ingatan pada tiap-tiap partikel adalah ingatan mengenai apa yang telah dilewati sebelumnya. maka pada arah tersebut sudah dilewati serta ternyata tidak mendapatkan nilai sesuai fungsi tujuan dari itu jalur tersebut tidak dapat diikuti. Model ini disimulasikan pada ruang berdimensi tertentu dengan sejumlah iterasi yang bisa mengakibatkan posisi yang makin menuju ke target nilai fungsi tujuan.

2. METODE PENELITIAN

Prediksi merupakan suatu proses untuk menduga suatu peristiwa-peristiwa yang akan terjadi. Prediksi dalam Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI) yaitu kegiatan untuk menduga suatu hal yang akan terjadi. Metode peramalan merupakan cara memperkirakan apa yang akan terjadi pada masa depan secara sistematis dan pragmatis atas dasar data yang relevan pada masa yang lalu, sehingga dengan demikian metode peramalan diharapkan dapat memberikan objektivitas yang lebih besar.

Klasifikasi dari model runtun waktu dapat dikelompokkan menjadi 2 sebagai berikut:

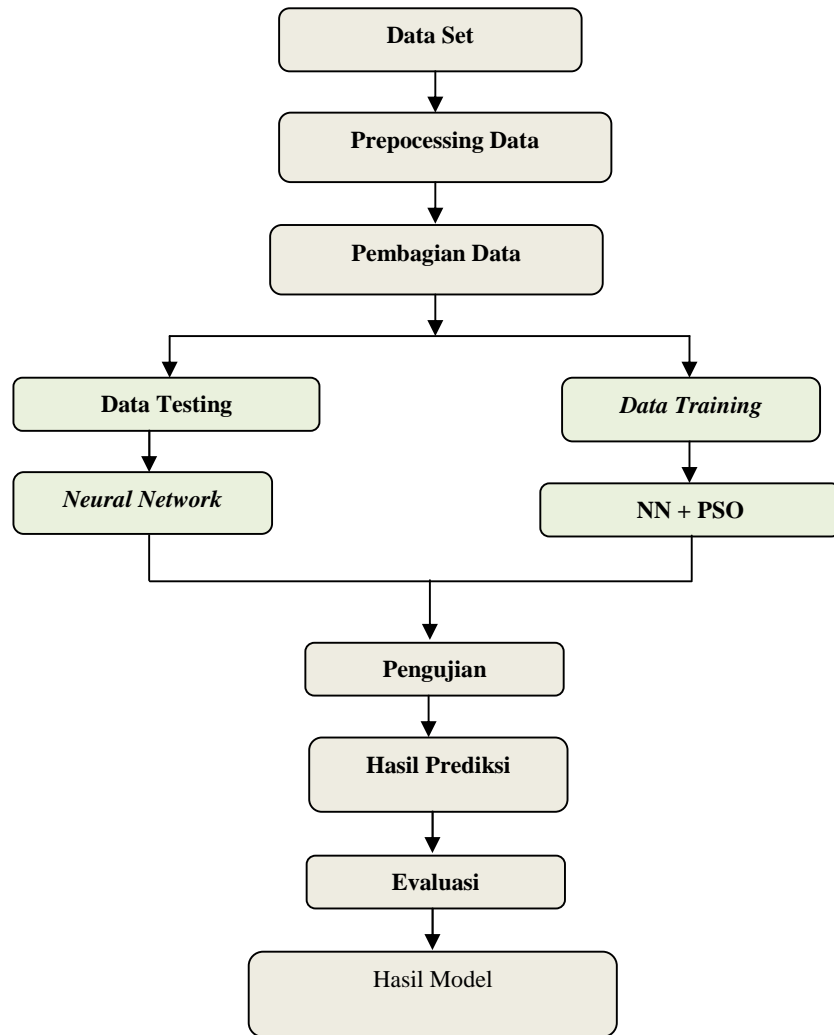
- Model univariat : hanya mengamati satu variabel/individu runtun waktu.
- Model multivariate (multivariabel): lebih dari satu variabel/individu runtun waktu.

Data yang akan digunakan pada penelitian ini berupa model univariat, data univariat tersebut akan diolah menjadi multivariat. Pola yang digunakan dalam mengubah data univariat menjadi multivariate dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 1. Pola Data Time Series Univariat [16]

Pola	Input lag	Output/target
1	$X_1, X_2, X_3, X_4, \dots, X_p$	X_{p+1}
2	$X_2, X_3, X_4, X_5, \dots, X_{p+1}$	X_{p+2}
3	$X_3, X_4, X_5, X_6, \dots, X_{p+2}$	X_{p+3}
...	...	
m-p	$X_{m-p}, X_{m-p+1}, X_{m-p+2}, \dots, X_{m-1}$	X_m

Metode yang diusulkan



Gambar 1. Model yang diusulkan

Pada tahun 1943, Mc. Culloch dan Pitts memperkenalkan model matematika yang merupakan penyederhanaan dari struktur sel saraf yang sebenarnya sebagai berikut :

berikut:
$$Y = f\left(\sum_{i=1}^n x_i w_i\right)$$

.....(2.1)

Adapun proses penentuan parameter-parameter Neural Network yang meliputi training cycle, learning rate, momentum, input layer, hidden layer dan output yang dilanjutkan untuk proses pembelajaran, dari parameter-parameter Neural Network ini dieksperimenkan untuk mendapatkan konfigurasi / model pola algoritma Neural Network sehingga nilai means square error (MSE) yang bervariasi, selanjutnya dengan mengamati perubahan nilai mean square error (MSE) tersebut akan diperoleh konfigurasi/model algoritma Neural Network (NN) yang menghasilkan mean square error(MSE) yang terkecil[9], [10]. Adapun langkah-langkah menentukan konfigurasi / Model Neural Network yaitu:

1. Menentukan konfigurasi /Model Neural Network

a. Input layer

Input layer merupakan nilai jumlah data yang dimasukkan yang akan digunakan sebagai proses pembelajaran.

- b. Hidden Layer, adalah lapisan layer tersembunyi yang nilai outputnya tidak dapat diamati secara langsung yang merupakan tempat terjadinya proses utama dalam Artificial Neural Network.
 - c. Output Layer, merupakan jumlah berapa banyak keluaran (output) dari hasil proses pembelajaran algoritma Neural Network.
2. Menentukan activation function dilakukan untuk mengetahui dan menentukan fungsi aktivasi yang terbaik, fungsi aktivasi awal yang digunakan dalam penelitian ini adalah fungsi aktivasi sigmoid biner (logsig).
 3. Menentukan learning rate, merupakan salah satu parameter algoritma Neural Network (NN) untuk menentukan bobot dari neuron. Nilai learning rate antara 0 dan 1.
 4. Menentukan momentum berfungsi untuk meningkatkan convergence, mempercepat waktu pembelajaran dan mengurangi osilasi.

Adapun proses pembelajaran *Artificial Neural Network* dengan *Particle Swarm Optimization* (PSO) terdiri dari beberapa langkah – langkah yaitu :[17], [18]

- Langkah 1 : Proses pembelajaran PSO-ANN diinisialisasi dengan sekelompok partikel acak yang ditugaskan pada posisi acak PSO (bobot dan bias).
- Langkah 2 : PSO-ANN ini dilatih menggunakan posisi partikel awal.
- Langkah 3 : Kemudian, dalam PSO dengan NN akan menghasilkan kesalahan pembelajaran (partikel fitness) berdasarkan bobot awal dan bias.
- Langkah 4 : Kesalahan pembelajaran pada saat iterasi berlangsung akan dikurangi oleh perubahan posisi partikel, yang akan memperbaharui bobot dan bias network. Nilai “pbest” dan nilai “gbest” yang diterapkan pada persamaan melakukan update kecepatan (persamaan 4) untuk menghasilkan nilai pada penyesuaian posisi untuk solusi terbaik atau target kesalahan pembelajaran.
- Langkah 5 : Penetapan posisi baru (bobot dan bias NN) yang dihasilkan dengan menambahkan nilai kecepatan terhitung untuk posisi berjalan digunakan persamaan perpindahan (persamaan 2). Kemudian, penetapan posisi baru yang digunakan untuk menghasilkan kesalahan pembelajaran baru pada feedforward NN.
- Langkah 6 : Proses ini diulang sampai kondisi berhenti, baik kesalahan belajar minimum atau jumlah iterasi maksimum terpenuhi. Optimasi output, yang merupakan solusi untuk permasalahan optimasi, didasarkan pada nilai posisi gbest.

Evaluasi

Pada tahap evaluasi ini, nilai yang dihasilkan dari proses pengujian berupa nilai Root Mean Square Error (RMSE). Root Mean Square Error adalah penjumlahan kuadrat error atau selisih antara nilai sebenarnya (actual) dan nilai prediksi, kemudian membagi jumlah tersebut dengan banyaknya waktu data peramalan dan kemudian menarik akarnya. Jika nilai RMSE semakin kecil maka estimasi model atau variable tersebut semakin valid. Nilai RMSE dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum (actual - prediction)^2}{n}} \dots\dots\dots (3)$$

3. EKSPERIMEN

Pada eksperimen dan pengujian yang telah dilakukan, peneliti melakukan *preprocessing*. Tahap pertama pada *preprocessing* yaitu pengolahan data dimana mengubah data harian menjadi data bulanan. Perubahan dari data harian menjadi data bulanan dikarenakan *weekend* (sabtu dan minggu) dan tanggal merah tidak terjadi transaksi. Perubahan ini dilakukan secara manual menggunakan *Microsoft Excel* dengan cara menjumlahkan harga pada bulan yang sama kemudian dirata-ratakan agar mendapatkan harga pada bulan tersebut. Perubahan data tersebut dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

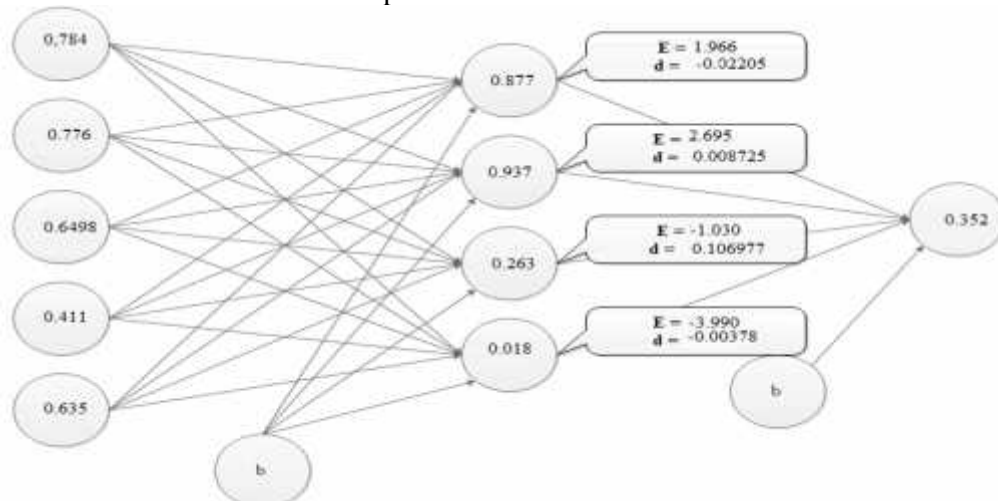
Tabel 2. Hasil Normalisasi Data

No	Bulan ke -	Harga (Rp)	Harga (Hasil Normalisasi)
1	Bulan 1	24867,40	0,028754352
2	Bulan 2	23199,80	0
3	Bulan 3	26430,30	0,055703366
4	Bulan 4	26355,00	0,054404971
5	Bulan 5	25069,25	0,032234842
6	Bulan 6	29125,20	0,102171405
7	Bulan 7	32614,45	0,162336386
8	Bulan 8	32756,05	0,164777988
...
47	Bulan ke 47	68674,20	0,784113031
48	Bulan ke 48	81194,50	1

Tabel 3. Data Multivariat Lada Untuk 5 Periode

Xt	Xt-1	Xt-2	Xt-3	Xt-4	Xt-5
1	0,784113	0,776449	0,649771	0,411249	0,634896
0,784113031	0,776449	0,649771	0,411249	0,634896	0,383136
0,776448538	0,649771	0,411249	0,634896	0,383136	0,50158
0,649770582	0,411249	0,634896	0,383136	0,50158	0,529928
0,411248787	0,634896	0,383136	0,50158	0,529928	0,441832
0,634895947	0,383136	0,50158	0,529928	0,441832	0,270707
0,383135873	0,50158	0,529928	0,441832	0,270707	0,449991
0,501580317	0,529928	0,441832	0,270707	0,449991	0,270095
0,529927735	0,441832	0,270707	0,449991	0,270095	0,419595
0,441831754	0,270707	0,449991	0,270095	0,419595	0,595592

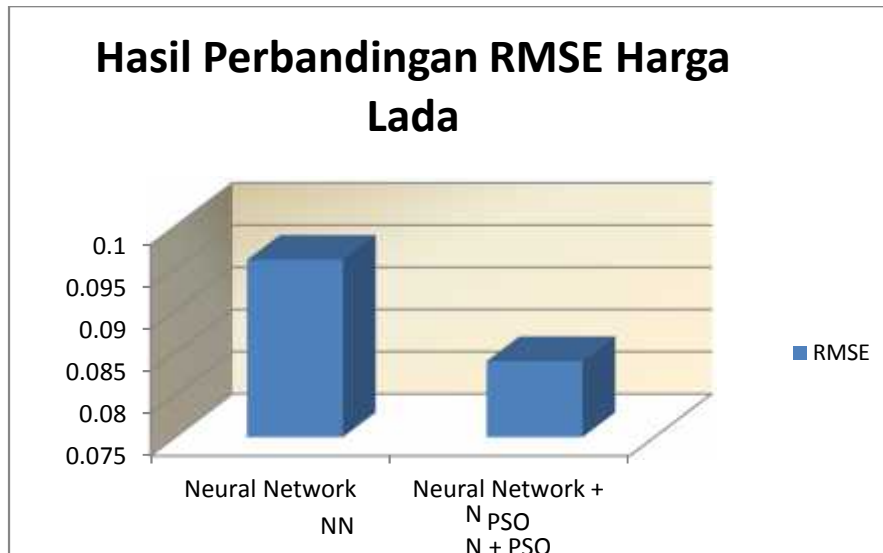
Tabel 4.13 merupakan tabel multivariat lada untuk 10 periode dimana variabel Xt-1, Xt-2, Xt-3, Xt-4, Xt-5, Xt-6, Xt-7, Xt-8, Xt-9, Xt-10 merupakan variabel bebas atau independen dan Xt merupakan variabel tidak bebas atau dependen.



Gambar 2. Error dan Delta Setiap Node

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil pengujian yang sudah dilakukan terbukti bahwa metode optimasi *particle swarm optimization* dalam mengoptimasi bobot pada *Backpropagation neural network* mampu memberikan bobot yang optimal sehingga menghasilkan RMSE yang lebih baik dibandingkan dengan hanya menggunakan *Backpropagation neural network* saja.



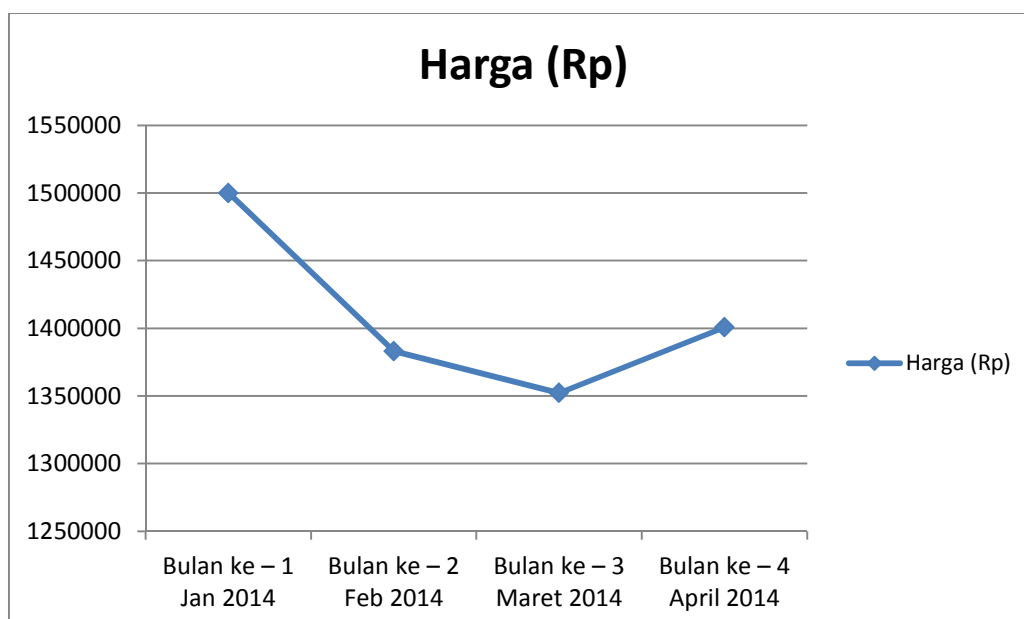
Gambar 3 Perbandingan Nilai RMSE

Dari gambar diatas menunjukkan bahwa nilai RMSE yang diperoleh dari percobaan menggunakan *Backpropagation neural network* berbasis *particle swarm optimization* lebih baik dibandingkan dengan hasil RMSE yang diperoleh dari percobaan menggunakan *Backpropagation neural network* saja.

Adapun Perbandingan antara penelitian sebelumnya yaitu untuk penelitian dari Muis Nanja prediksi yang dihasilkan berupa RMSE sebesar 1559,741 [15] dengan menggunakan metode algoritma KKN dan SVM sedangkan dalam penelitian ini RMSE yang dihasilkan sebesar 1.180,881 dengan menggunakan metode Neural Network dan PSO dengan data set yang sama dan hasil tersebut tidak dinormalisasi sedangkan hasil RMSE yang sudah dinormalisasi sebesar 0,084 dengan menggunakan metode Neural Network dan Particle Swarm Optimization.

Tabel 4. Perbandingan Hasil RMSE

Metode	RMSE
<i>Backpropagation neural network</i>	0.096 +/- 0.036 (mikro: 0.102 +/- 0.000)
<i>Backpropagation neural network</i> berbasis <i>Particle Swarm Optimization</i>	0.084 +/- 0.025 (mikro: 0.089 +/- 0.000)



4. Kesimpulan

Peramalan harga komoditi lada dengan menggunakan algoritma BPNN berbasis PSO berhasil dilakukan. Berdasarkan hasil penelitian nilai RMSE terendah di dapat pada *backpropagation neural network* berbasis *particle swarm optimization* dengan parameter untuk nilai *training cycle* 900, *learning rate* 0.2 dan *momentum* 0.2, serta *neuron size* adalah 2 dan pada *particle swarm optimization* nilai *population size* 2, nilai *max.of generation* 55, nilai *inertia weight* 1.0, nilai *local best weight* 1.0 dan nilai *global best weight* 1.0 menghasilkan nilai RMSE yang lebih baik. Pengujian dengan menggunakan *backpropagation neural network* saja menghasilkan nilai RMSE sebesar 0.096 sedangkan dengan menggunakan model *backpropagation neural network* yang dioptimasi dengan *particle swarm optimization* menghasilkan nilai RMSE yang lebih kecil yaitu 0.084. Dari hasil RMSE yang diperoleh membuktikan bahwa metode optimasi *Particle Swarm Optimization* dalam optimasi bobot pada *backpropagation neural network* terbukti dapat meningkatkan kinerja dari algoritma dan menghasilkan nilai RMSE yang lebih baik dibandingkan dengan tanpa menggunakan metode optimasi.

Daftar Pustaka

- [1] BPS. 2002. *Statistik Perdagangan Luar Negeri : Ekspor Volume I*. Biro Pusat Statistik. Jakarta.
- [2] International Pepper Community. 2005. *Pepper Statistic Year Book 2002*. IPC, Jakarta. p. 21–34.
- [3] Dirjenbun. 2002. *Statistik Perkebunan Indonesia 2000-2002 : Lada Pepper*. Direktorat Jenderal Bina Produksi Perkebunan. Departemen Pertanian Jakarta. 32 hal
- [4] I. Lael dan P. Melin, "Time Series Forecasting of Tomato Prices and Processing in Parallel in Mexico Using Modular Neural Networks," *Springer-Verlag Berlin Heidelberg*, vol. 208, no. StudFuzz, pp. 385-402, 2007.
- [5] M. H. Meinanda, M. Annisa, N. Muhandri dan K. Suryadi, "Prediksi Masa Studi Sarjana dengan Artificial Neural Network," *Internetworking Indonesia Journal*, vol. 1, no. 2, pp. 31-35, 2009.
- [6] DP. Budi Bambang, R. J. Widodo, Iftikar Z. Satalaksana dan Moses L. Singgih, "Teknik Jaringan Saraf Tiruan Feedforward untuk Prediksi Harga Sahan pada Pasar Modal Indonesia," *Jurnal Informatika*, vol. 1, no. 1, pp. 11-22, 1999.
- [7] F. J. Simanungkalit, L. Sutiarso dan D. Purwadi, "Sistem Pendukung Keputusan Berbasis Jaringan Saraf Tiruan untuk Peramalan Harga Komoditas Tanaman Pangan," *Agritech*, vol. 33, no. 1, p. 1, Februari 2013.
- [8] Y. H. Zweiri, J. F. Whidborne dan L. D. Sceviratne, "A three-term backpropagation algorithm," *Neurocomputing*, vol. 50, pp. 305-318, 2003.
- [9] H. N. A. Hamed, "Particle Swarm Optimization For Neural Network Learning Enhancement," Malaysia, 2006.
- [10] J. S. Raharjo, "Model Artificial Neural Network Berbasis Particle Swarm Optimization untuk Prediksi Laju Inflesi," *Jurnal Sistem Komputer*, vol. 3, no. 1, pp. 10-21, 2013.
- [11] T. S. Park, J. H. Lee dan B. Choi, "Optimization For Artificial Neural Network With Adaptive inertial weight of particle swarm optimization," *2009 8th IEEE International Conference on Cognitive Informatics*, pp. 481-485, Jun 2009.
- [12] I. Ariesianti dan Y. Purwananto, "Model Prediksi Kebangkrutan Berbasis Neural Network dan Particle Swarm Optimization," *Juti*, vol. 9, no. 1, pp. 29-34, 2011.
- [13] F. Pakaja, A. Naba dan Purwanto. , "Peramalan Penjualan Mobil Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan dan Certainty Factor," *Jurnal EECCIS*, vol. Vol.6, no. 1, pp. 23-28, 2012.
- [14] K. Ramanda, "Peningkatan Kinerja Algoritma Neural Network Berbasis Particle Swarm Optimization untuk Memprediksi Kelahiran Prematur," dalam *Seminar Nasional Inovasi dan Tren (SNIT)*, Jakarta, 2015.

- [15] Muis Nanja, Purwanto, "Metode *K-Nearest Neighbor* Berbasis *Forward Selection* untuk *Prediksi Harga Komoditi Lada*", Jurnal Pseudocode, Volume 2 Nomor 1, Februari 2015, ISSN 2355 – 5920
- [16] Purwanto, C. Eswaran and logeswaran, R-2011, Improved Adaptive Neuro Fuzzy Inference System for HIV/AIDS time series prediction, A. Abd. Manaf et.al. (Eds) : ICIEIS 2011, Part III, CCIS 253, PP. H3
- [17] E.D. Astuti, "Pengantar Jaringan Saraf Tiruan," Wonosobo, 2009.
- [18] A. Shukla, R. Tiwari dan R. Kala, "Real Life Application of Soft Computing," CRC Press, 2010.
- [19] I. Muzakkir, A. Syukur dan I. N. Dewi, "Peningkatan Akurasi Algoritma Backpropagation dengan Seleksi Fitur Particle Swarm Optimization dalam Prediksi Pelanggan Telekomunikasi yang Hilang," *Jurnal Pseudocode*, vol. 1, no. Nomor 1, pp. 2355-5920, 2014.
- [20] T. S. Park, J. H. Lee dan B. Choi, "Optimization For Artificial Neural Network With Adaptive inertial weight of particle swarm optimization," *2009 8th IEEE International Conference on Cognitive Informatics*, pp. 481-485, Jun 2009.
- [21] A. Salappa, M. Doumpos dan C. Zopoudinis, "Feature Selection Algorithms in Classification Problems," An Experimental Evaluation. Systems Analysis, Optimization and Data Mining in Biomedicine, 2007.
- [22] J. Kennedy dan R. Eberhart, "Swarm Intelligence," CA: Morgan Kaufmann Publisher, Inc, San Francisco, 2001.
- [23] R. Eberhart dan Y. Shi, "Particle Swarm Optimization : Development, Application and Resources," USA : Purdue School of Engineering and Technology, Indiana Polis, 2001.
- [24] J.S. Raharjo, "Model Artificial Neural Network Berbasis Particle Swarm Optimization untuk Prediksi Laju Inflasi," *Jurnal Sistem Komputer*, Vol. 3, no. 1, pp. 10-12, 2013.